

Pengaruh Kerusakan *Ball Bearing* Terhadap Kinerja Pompa Ballast Di MV. DK 02

Sarifuddin^{a)}, H. Subardi, A^{b)}, Sari, D.K^{c)}, Subiyanto, F.^{d)}

^{a)}Dosen Jurusan Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

^{b)}Dosen Jurusan Nautika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

^{c)}Dosen Jurusan Nautika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

^{d)}Taruna(NIT.51145472.T) Jurusan Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Abstraksi - Bantalan (*bearing*) merupakan bagian yang sangat penting dari suatu bagian mesin yang berputar. Kerusakan bantalan (*bearing*) sering menjadi penyebab kerusakan mesin. Sama halnya pada pompa *ballast*, kerusakan bantalan (*bearing*) akan mempengaruhi kinerja pompa. Kerusakan bantalan (*bearing*) menimbulkan pengaruh pada elemen yang terdapat pada pompa, sehingga pompa akan mengalami kerusakan. Dalam penelitian ini, peneliti melaksanakan pengamatan secara langsung terhadap kinerja pompa *ballast* dan terdapat permasalahan ketika pompa digunakan yaitu pompa tidak dirawat sesuai prosedur. Untuk menganalisa terjadinya permasalahan ini peneliti menggunakan 2 metode teknik analisa data yaitu *Fishbone Analysis* dan *Fault Tree Analysis*. Metode *Fishbone Analysis* peneliti gunakan untuk menganalisa faktor – faktor apa saja yang menyebabkan kurang optimalnya bantalan (*bearing*) terhadap pompa *ballast*. Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) peneliti gunakan untuk menentukan akar penyebab permasalahan. Agar dalam pelaksanaan proses perawatan pompa tidak mengalami hambatan maka kepada seluruh masinis sebelum melakukan kegiatan perawatan harus diadakan *safety meeting* terlebih dahulu.

Kata Kunci: *Ball bearing*, perhatian dan perawatan, kelancaran operasional.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Alat transportasi berpengaruh penting untuk pengiriman barang khususnya transportasi laut yang menjadi pilihan utama untuk pengangkutan barang baik antar pulau, antar negara maupun antar benua, sehingga perusahaan-perusahaan pelayaran sebagai penyedia jasa angkutan barang bersaing untuk menjadi yang terbaik. Setiap perusahaan pelayaran menghendaki agar semua armada dapat beroperasi dengan baik, lancar tanpa adanya gangguan. Sekecil apapun masalah pada kapal dapat mengganggu jalannya suatu pengiriman barang, oleh sebab itu suatu perusahaan pelayaran telah membuat suatu pelaksanaan yang diupayakan agar kegiatan operasional kapal dapat terlaksana secara baik dan efisien.

Saat ini mesin-mesin modern dirancang untuk berjalan secara otomatis dalam pengoperasiannya. Pada umumnya mesin-mesin tersebut beroperasi pada putaran ataupun kecepatan tinggi, dimana getaran yang timbul merupakan getaran dengan frekuensi tinggi. Salah satu mesin mekanis yang beroperasi pada putaran tinggi adalah pompa. Pompa merupakan mesin untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat lainnya secara kontinyu. Elemen pompa pada umumnya menggunakan bantalan (*bearing*) untuk mendukung putaran poros, sama halnya dengan pompa *ballast* di MV. DK 02 yang menggunakan pompa jenis

sentrifugal. Pompa jenis ini juga menggunakan bantalan (*bearing*) sebagai elemen yang penting dalam pompa.

Bantalan (*bearing*) merupakan bagian yang sangat penting dari suatu bagian mesin yang berputar. Karena digunakan secara luas dan penting, kerusakan bantalan (*bearing*) sering menjadi penyebab kerusakan mesin. Terdapat sama halnya pada pompa *ballast*, kerusakan bantalan (*bearing*) akan mempengaruhi kinerja pompa. Kerusakan bantalan (*bearing*) menimbulkan pengaruh pada elemen lainnya yang terdapat pada pompa, sehingga pompa akan mengalami kerusakan yang menyeluruh. Bantalan (*bearing*) mudah mengalami aus karena adanya kontak antara logam dengan logam lainnya. Oleh karena itu, memperhatikan kondisi bantalan (*bearing*) sangatlah penting agar bantalan (*bearing*) dapat diganti sebelum mengalami dan menyebabkan kerusakan menyeluruh pada pompa.

Berdasarkan pada saat saya melaksanakan praktek laut di MV. DK 02, pernah mengalami suatu masalah pada pompa *ballast* di saat kapal sedang melakukan bongkar muat di pelabuhan. Dalam masalah tersebut, pompa *ballast* yang mengalami kerusakan dikarenakan oleh kerusakan bantalan (*bearing*). Kerusakan tersebut disebabkan karna bantalan (*bearing*) yang pecah sehingga menyebabkan *ball bearing* tidak berfungsi pada semestinya, dan kegiatan bongkar muat di kapal menjadi tidak lancar, dikarenakan kapal membutuhkan air *ballast* untuk menyeimbangkan posisi kapal yang sedang bongkar ataupun memuat.

Pompa *ballast* sangatlah penting dalam upaya kelancaran pengoperasian bongkar muat di atas kapal. Perlunya melakukan perawatan, perbaikan dan perhatian terhadap pompa *ballast* adalah salah satu pekerjaan yang dilakukan masinis demi kelancaran pengoperasian bongkar muat di atas kapal.

Dari pengalaman tersebut di atas maka penulis membuat kertas kerja atau penelitian dengan judul sebagai berikut adalah "Pengaruh Kerusakan *Ball Bearing* Terhadap Kinerja Pompa *Ballast* Di MV. DK 02".

B. Rumusan Masalah

Dalam pembahasan ini, maka peneliti merumuskan permasalahannya sebagai berikut:

1. Apa saja pengaruh dari kerusakan *ball bearing* pada pompa?
2. Bagaimana upaya yang baik dilakukan terhadap *ball bearing* dari pengaruh kerusakan pada pompa agar dapat bekerja dengan optimal?
3. Dampak yang ditimbulkan bila *ball bearing* pada pompa *ballast* mengalami kerusakan?

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Tinjauan pustaka

1. Pengertian Bantalan (*Bearing*)

Bearing dalam Bahasa Indonesia berarti bantalan. Dalam ilmu mekanika *bearing* adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. *Bearing* menjaga poros (*shaft*) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya.

Bantalan merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik.

Bearing atau laher adalah komponen sebagai bantalan untuk membantu mengurangi gesekan peralatan berputar pada poros/as. Bearing atau laher ini biasanya berbentuk bulat. Tujuan dari bantalan untuk mengurangi gesekan rotasi dan mendukung radial dan aksial beban. Dalam sistem kinerja pompa, bantalan sangat dibutuhkan perannya dikarenakan salah satu elemen komponen penting sebagai tumpuan perputaran poros pompa. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik.

Bantalan adalah elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeban, sehingga gesekan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang usia pemakianya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros suatu mesin bekerja dengan baik. (Sularso, 2002). Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya. Bantalan dalam permesinan dapat disamakan perannya dengan pondasi pada gedung.

Pada umumnya bantalan dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian, yaitu :

- a. Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros
 - 1). Bantalan luncur
 - 2). Bantalan gelinding
- b. Berdasarkan arah beban terhadap poros
 - 1). Bantalan radial
 - 2). Bantalan aksial
 - 3). Bantalan gelinding khusus

2. Kontruksi Bantalan (*Ball Bearing*)

Pada bantalan ini, terjadi gesekan putaran antara bagian yang berputar dengan bagian yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol, rol jarum dan rol bulat. Bantalan ini adalah elemen yang memperbolehkan dua benda terpasang menjadi satu kemudian bergerak terhadap yang lain. Bantalan bola mengurangi gesekan dengan memanfaatkan benda gelinding (bentuk bola atau bentuk silinder). Bantalan bola menerima tekanan radial (tegak lurus sumbu poros) tetapi tidak dapat menerima tekanan aksial (sejajar sumbu poros).

Berikut ini kontruksi dari bantalan bola (*ball bearing*):

- a. Lintasan dalam (*outer race*)
- b. Pengikat bola (*retainer*)
- c. Elemen gelinding atau bola (*ball*)
- d. Alur dalam (*inner race*)

3. Bahan Bantalan (*Ball Bearing*)

Cincin dan elemen gelinding pada bantalan umumnya dibuat dari baja bantalan khrom tinggi. Baja bantalan dapat memberikan efek stabil pada perlakuan panas, baja ini dapat memberikan umur panjang dengan tingkat keausan yang sangat kecil.

Untuk bantalan bantalan yang memerlukan ketahanan khusus terhadap kejutan, dipakai baja paduan karbon rendah yang kemudian di beri perlakuan panas dengan sementasi. Untuk bantalan yang tahan panas dan tahan karat terdapat baja kecepatan tinggi atau deretan martensit dari baja tahan karat.

4. Prinsip Kerja Bantalan (*Ball Bearing*).

Apabila ada dua buah logam yang bersinggungan antara satu dengan yang lain yang bergeseran, maka akan timbul gesekan, panas dan keausan. Untuk itu pada kedua benda diberi suatu lapisan yang dapat mengurangi gesekan, panas dan keausan. Serta untuk memperbaiki kinerjanya, ditambahkan pelumasan sehingga kontak langsung antara dua buah benda tersebut dapat dihindari.

5. Jenis-jenis bantalan

Berdasarkan gesekan yang terjadi antara permukaan bantalan gelinding mempunyai kelebihan memiliki gesekan yang sangat kecil dibandingkan dengan bantalan luncur. Elemen gelinding seperti bola atau rol dipasang diantara cincin dalam dan cincin luar. Apabila salah satu cincin tersebut berputar, bola atau rol akan membuat gerakan gelinding sehingga gesekan diantaranya akan jauh lebih kecil. Klasifikasi bantalan gelinding sama seperti pada bantalan luncur yang terdiri atas bantalan radial, yang terutama membawa beban radial dan sedikit beban aksial, dan bantalan aksial yang membawa beban yang sejajar sumbu poros. Berdasarkan bentuk elemen gelindingnya, dapat juga dibagi atas bantalan bola dan bantalan rol. Selain itu dapat juga dibedakan menurut banyak baris dan konstruksi dalamnya. Jenis bantalan yang cincin dalam dan cincin luarnya dapat saling dipisahkan. Tetapi dalam pembahasan ini penulis akan membahas tentang bantalan bola.

Berikut ini tipe atau jenis-jenis dari bantalan gelinding bola:

- a. *Single groove ball bearings.*
 - b. *Double row self aligning bearings.*
 - c. *Single row angular contact bearings.*
 - d. *Double row barrel roller bearings.*
 - e. *Single row cylindrical bearings.*
 - f. *Tapered roller bearings.*
 - g. *Single row cylindrical bearings.*
 - h. *Double direction thrust ball bearings.*
 - i. *Ball and socket ball bearings.*
- #### 6. Penyebab-penyebab kerusakan pada bantalan.
- a. Kesalahan bahan.
 - b. Penggunaan bantalan melewati batas waktu penggunaannya (tidak sesuai dengan petunjuk buku fabrikasi pembuatan bantalan).
 - c. Pemilihan jenis bantalan dan pelumasannya yang tidak sesuai dengan buku petunjuk dan keadan lapangan (*real*).
 - d. Pemasangan bantalan pada poros yang tidak hati-hati dan tidak sesuai standar yang ditentukan.
 - e. Terjadi misalignment.
 - f. Karena terjadi ketidak seimbangan (*unbalance*)
 - g. Bantalan kurang minyak pelumasan.

7. Pengertian Pompa

Pompa merupakan pesawat yang dipergunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lain. Di kapal pompa khususnya dipergunakan untuk memindahkan air dan minyak. Meskipun bentuk dan type-nya bermacam-macam akan tetapi pada dasarnya cara kerjanya adalah bahwa tekanan di dalamnya permulaannya dibuat lebih kecil dari pada tekanan di luarnya, dan selanjutnya diperbesar.

Dalam hal pertama ini, maka cairan akan mengalir dalam pompa, dan pada keadaan yang kedua, cairannya didesak keluar. Perubahan-perubahan tekanan ini dapat berjalan secara berganti-ganti seperti pada pompa-pompa tarik, pompa-pompa plunyer atau sentrifugal, atau dapat secara teratur terjadi dari tekanan satu ketekanan lainnya, seperti pada ejector, dan juga pada pompa-pompa sentrifugal.

Menurut Sularso dan Haruo Tahara (1983: 4) bahwa pompa adalah untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ketempat yang lebih tinggi. Daya dari luar diberikan kepada poros untuk memutar zat cair. Maka zat cair yang ada di dalam *impeler*, oleh dorongan sudu-sudu ikut berputar. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah ke luar melalui saluran di antara sudu-sudu.

Sedangkan menurut Ir. L.W.P. Bianchi, P. Bustraan dalam buku yang berjudul "POMPA" (1983) disebut bahwa " Pompa itu adalah pengangkut zat-zat cair. Pengangkutan atau pemindahan zat cair itu dilakukan dengan pekerjaan gaya-tekan yang gunanya mengatasi hambatan-hambatan yang dialami zat cair itu diwaktu pemindahan.

Cara kerja pompa sentrifugal

Pompa sentrifugal mempunyai *impeller* (baling-baling) untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Daya dari motor listrik diberikan kepada poros pompa untuk memutar *impeller* di dalam zat cair. Maka zat cair yang ada di dalam *impeller* akan ikut berputar dan terdorong oleh sudu-sudu. Karena terdapat tekanan, maka zat cair mengalir keluar melalui saluran *impeller* diantara sudu-sudu, disinilah tekanan zat cair menjadi lebih tinggi. Jadi *impeller* pompa berfungsi memberikan kerja kepada zat cair sehingga energi yang dikandungnya menjadi bertambah besar.

Yang dimaksud cara kerja pompa sentrifugal ialah cara masuknya zat cair kedalam pompa dan cara untuk menggerakkan, menjalankan pompa pertama kali (*start*) agar pompa itu dapat bekerja menurut fungsinya.

Tujuan pompa ini adalah supaya cepat kalau dipergunakan terutama untuk pompa-pompa kecil. Di dalam pompa ini terdapat sebuah kipas dan diberi sudu-sudu radial secara luar pusat terdapat rumah pompa yang selalu tetap terisi air. Ketika kipas berputar maka air yang berada di dalam sudu dilontarkan keluar yaitu ke dinding dan terjadilah suatu gelang air dengan tebal yang sesuai dengan jarak antara lubang-lubang A dan B.

Pada pompa *sentrifugal* tekanannya tidak pernah dapat naik lebih tinggi dari pada tekanan kerja. Pompa sentrifugal tidak boleh berputar terlalu lama dengan penutup tekan tetap tertutup, karena hal ini dapat mengakibatkan naiknya temperatur zat cair serta akan merusak alat-alat yang lain.

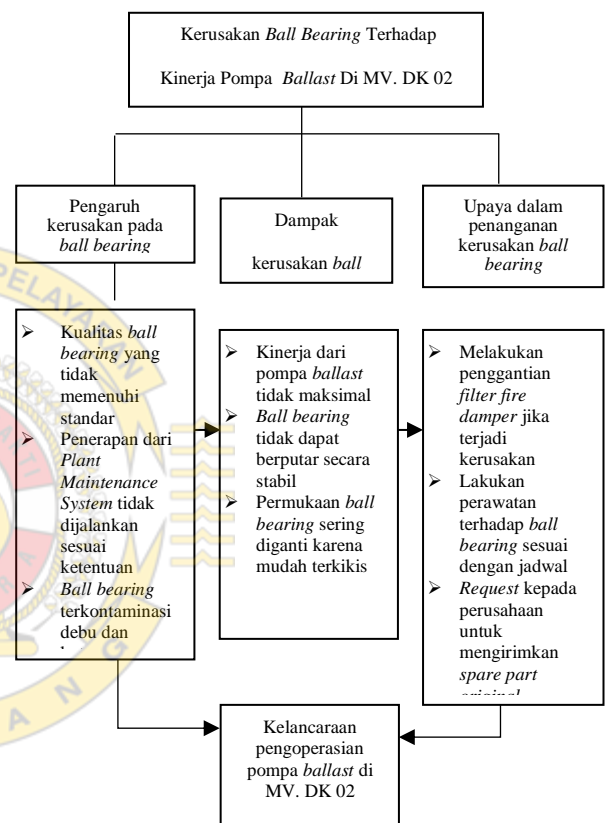
8. Komponen Utama Pompa *Sentrifugal*

Pompa *sentrifugal* terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

- Impeller*
- Saringan
- Motor listrik atau elektro motor
- Casing*
- Suction nozzle*
- Discharge*
- Shaft*
- Bearings*

B. Kerangka Pikir Penelitian

1. Bagan kerangka pikir



Bagan 2.1 Kerangka pikir

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode pendekatan deskriptif kualitatif dan tidak menggunakan pendekatan sampling. Untuk perolehan data, peneliti menggunakan beberapa pengumpulan data yaitu ;

- Tehnik *observasi* (berupa pengamatan langsung di lapangan). Data data di peroleh peneliti berupa data sekunder yang peneliti dapatkan langsung selama penelitian di atas kapal MV. DK 02 dari Masinis I.
- Tehnik komunikasi langsung (wawancara) data-data diperoleh melalui wawancara dengan Anak Buah Kapal (ABK) lainnya yang terlibat dalam penyiapan ruang muat di MV DK 02.

3. Studi pustaka untuk mendukung penulisan penelitian ini penulis mengumpulkan data mengenai teori teori melalui literatur literatur, dan buku buku yang berkaitan dengan judul makalah yang tersedia di perpustakaan Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang dan sumber-sumber pendukung lainnya (internet) yang dapat di pertanggungjawabkan.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama pada tanggal 22 Februari 2017 Tempat melaksanakan penelitian untuk mencari data-data tentang pengaruh kerusakan *ball bearing* terhadap kinerja pompa ballast dilaksanakan di MV. DK 02. Kapal tersebut merupakan salah satu armada yang dimiliki oleh perusahaan pelayaran Karya Sumber Energy saat kapal sedang melaksanakan proses bongkar muat di pelabuhan, *alarm* berbunyi, dan setelah dilaksanakan pemeriksaan ternyata menunjukkan bahwa tekanan pompa *ballast* adalah 1.2 bar

2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di kapal MV. DK 02 milik perusahaan pelayaran Karya Sumber Energy, dimana peneliti melakukan penelitian selama praktek berlayar selama 1 tahun.

C. Jenis dan Sumber Data

Data yang dikumpulkan dan digunakan dalam proses penyusunan penelitian ini, penulis mendapatkan data melalui riset pustaka dan observasi langsung dengan KKM, masinis yang bertanggung jawab membimbing *cadet*. Dari sumber-sumber tersebut diperoleh data-data sebagai berikut :

1. Data Primer

Menurut Margono (2000:23), data primer adalah data yang langsung diperoleh peneliti untuk tujuan khusus yang langsung bersumber dari subjek penelitian. Menurut Lofland (1984:23), sumber data yang paling utama didapat dari kata-kata, tindakan, selebihnya data tambahan. Data yang diambil merupakan data yang diperoleh dari pengamatan, penelitian di atas kapal MV. DK 02 kemudian dicatat penulis sebagai bahan kajian penelitian.

2. Data sekunder

Data sekunder menurut Margono (2000:23), data yang lebih terdahulu dikumpulkan dan dilaporkan oleh orang yang tidak sedang meneliti walaupun data yang diperoleh merupakan data asli data ini diperoleh dari literature, buku buku yang berkaitan dengan objek yang sedang diteliti. Data sekunder adalah data primer yang diolah atau disajikan oleh pihak lain yang diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian yang dapat berupa laporan-laporan, referensi, dokumen dan media massa maupun studi kepustakaan yang ada kaitannya dengan penelitian penelitian ini.

D. Analisa Data

Analisis data penelitian kualitatif adalah upaya yang dilakukan dengan jalan bekerja dengan data, mengordinasikan data, memilihnya menjadi satuan unit yang dapat dikelola, mensintesiskannya, mencari dan menemukan pola, menemukan apa yang penting dan apa yang dipelajari serta memutuskan apa yang dapat diceritakan kepada orang lain. Mengadakan manipulasi data terhadap data mentah berarti mengubah data mentah tersebut ke bentuk awalnya menjadi suatu bentuk yang dapat dengan mudah memperlihatkan hubungan-hubungan antar fenomena. Kegiatan yang perlu dilakukan adalah memeriksa data mentah dan mengolah data tersebut.

Dalam penelitian dengan pendekatan kualitatif ini, peneliti menggunakan analisa data yang diproses secara induksi-interpretasi-konseptualisasi yang artinya :

1. Induksi yaitu menyederhanakan laporan lapangan yang detail menjadi data yang lebih mudah dipahami.
2. Interpretasi yaitu penafsiran data atau mencari makna sehingga ditemukan hal tersembunyi dibalik data tersebut.
3. Konseptualisasi yaitu menciptakan konsep yang baru atau penarikan suatu kesimpulan umum dari analisa penelitian.

E. Teknik Analisis Data

Analisis data penelitian kualitatif adalah upaya yang dilakukan dengan jalan bekerja dengan data, mengordinasikan data, memilihnya menjadi satuan unit yang dapat dikelola, mensintesiskannya, mencari dan menemukan pola, menemukan apa yang penting dan apa yang dipelajari serta memutuskan apa yang dapat diceritakan kepada orang lain.

Mengadakan manipulasi data terhadap data mentah berarti mengubah data mentah tersebut ke bentuk awalnya menjadi suatu bentuk yang dapat dengan mudah memperlihatkan hubungan antar fenomena. Kegiatan yang perlu dilakukan adalah memeriksa data mentah dan mengolah data tersebut. Dalam penelitian dengan pendekatan kualitatif ini, peneliti menggunakan analisa data yang diproses secara induksi-interpretasi-konseptualisasi yang artinya :

1. Induksi yaitu menyederhanakan laporan lapangan yang detail menjadi data yang lebih mudah dipahami.
2. Interpretasi yaitu penafsiran data atau mencari makna sehingga ditemukan hal tersembunyi dibalik data tersebut.
3. Konseptualisasi yaitu menciptakan konsep yang baru atau penarikan suatu kesimpulan umum dari analisa penelitian.

IV. DISKUSI

A. Gambaran umum objek yang diteliti

MV. DK 02 merupakan salah satu kapal yang dimiliki oleh perusahaan asal Indonesia yaitu Karya Sumber Energy dengan *call sign* YBKH2, aturan dari *bureau veritas*, dengan nomor IMO 9154555 dan MMSI 525003660, dan berbendera *Indonesia*. MV. DK 02 didukung oleh 9 orang *crew* kapal bagian mesin yang terdiri *chief engineer*, 2 *engineer*, 3 *engineer*, 4 *engineer*, *electrician*, 2 *oiler*, *fitter* dan 1 *cadet*. Kapal penulis ini merupakan kapal jenis *bulk carrier*, membawa segala jenis muatan, kecuali muatan cairan dengan daerah beroperasi di daerah Indonesia. Kapal ini dibuat ditahun 1998 oleh Oshima Ship building Company LTD Nagasaki yang berada di Jepang, mempunyai DWT 48406 MT dan GT 25807 MT serta daya mesin 9620 KW. MV. DK 02, dan mempunyai 6 palka. Kapal ini mempunyai *length over all* 185 meter dengan minimal *bow draft* 5,27 meter. Sesuai permasalahan yang telah diangkat oleh penulis tentang pengaruh *ball bearing* terhadap kerusakan pompa *ballast*.

Dalam pengalaman penulis ketika praktek laut di MV. DK 02, pada tanggal 22 Februari 2017 saat kapal sedang melaksanakan proses bongkar muat di pelabuhan, *alarm* berbunyi, dan setelah diperiksa ternyata menunjukkan bahwa tekanan pompa *ballast* adalah 1.2 bar.

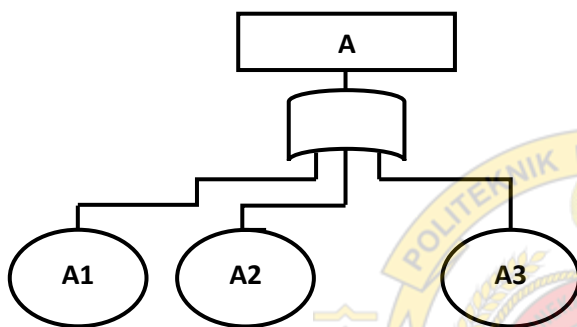
Hal ini menyebabkan pasokan air laut untuk mengisi *ballast* kapal menjadi berkurang. Terdapat suara dan getaran yang tidak biasa pada pompa *ballast* tersebut, selain itu terdapat bau gosong yang terdapat pada *electro motor*. Hal ini mengakibatkan panas yang berlebih pada

pompa *ballast*, pada saat pompa *ballast* mengalami panas yang berlebih maka kinerja pompa *ballast* akan semakin berkurang. Hal tersebut juga mengganggu dalam proses bongkar muat untuk mengisi *ballast* harus berhenti karena panas yang berlebihan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan seluruh *engineer* dan penelitian yang telah penulis lakukan selama praktek di MV. DK 02, maka masalah yang terjadi terkait dengan pengaruh kerusakan *ball bearing* terhadap pompa *ballast* telah penulis analisa, dengan menggunakan metode FTA dan *fishbone*. Seperti yang telah dijelaskan pada bab 3 telah didapatkan penentuan masalah serta lingkup pembahasan utama pada permasalahan yang terjadi.

1. Pengaruh kerusakan *ball bearing* terhadap kinerja pompa *ballast*

Dalam penelitian penelitian ini didapati beberapa *top event* kerusakan *ball bearing* terhadap kinerja pompa *ballast*. Berikut adalah gambar diagram pohon kesalahan kerusakan *bearing* terhadap kerja pompa *ballast*. Berikut akan dijelaskan setiap faktor-faktor yang menyebabkan *top event* terjadi.



Bagan 2.2 Penerapan dari *Plan Maintenance System* tidak dijalankan sesuai ketentuan

Keterangan:

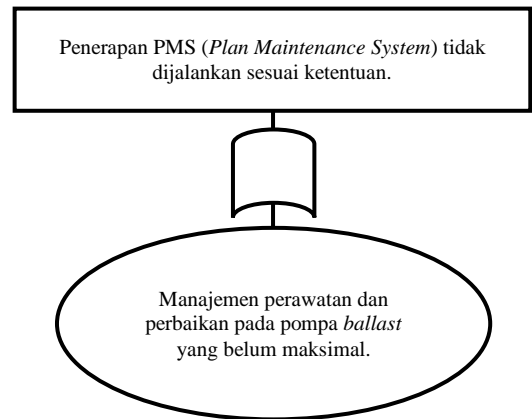
- A :Penerapan PMS (*Plan Maintenance System*) tidak dijalankan sesuai ketentuan.
- A1 :Manajemen perawatan dan perbaikan pada pompa *ballast* yang belum maksimal.
- A2 :Anak buah kapal yang menyepelekan pentingnya melakukan perawatan pada pompa *ballast*.
- A3 :Kurangannya laporan jika ada kerusakan komponen pompa.

Penjabaran pohon kesalahan dari *top event* salah satu faktor yaitu, Penerapan PMS (*Plan Maintenance System*) tidak dijalankan sesuai ketentuan. Manajemen perawatan dan perbaikan pada pompa *ballast* yang belum maksimal, hal tersebut dilakukan oleh banyak perusahaan di Indonesia bahkan di dunia, dikarenakan kurang pemahannya anak buah kapal dengan batas maksimal pemakaian *ball bearing* dan juga menyepelekan tentang pentingnya perawatan *ball bearing* pada pompa *ballast* dan kurangnya laporan jika ada kerusakan komponen pompa, yang mengakibatkan *plan maintenance system* tidak dijalankan sesuai aturan.

Dari data di atas dapat dijabarkan dengan menggunakan aljabar *boolean*, menggunakan gerbang logika OR, karena dari masing-masing *basic event* tidak mempengaruhi dan tidak saling terjadi.

Tujuannya untuk mengetahui kejadian yang dapat menggagalkan target kinerja. Langkah antisipasi dilakukan dengan mengidentifikasi resiko dan menyusun langkah-langkah antisipasi. Dalam metode ini penulis bertujuan untuk menulis penyebab dari suatu faktor permasalahan serta upaya penanggulangan dari suatu

permasalahan yang harus dilakukan agar penerapan PMS (*Plan Maintenance System*) dapat dijalankan, maka dari itu penulis memberikan upaya penanggulangan berdasarkan masing-masing *basic event* diatas.

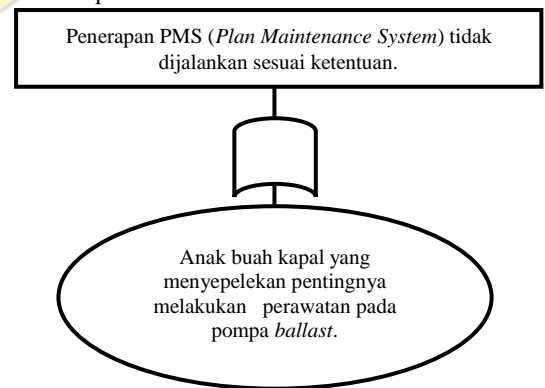


Bagan 2.3 Manajemen perawatan dan perbaikan pada pompa *ballast* yang belum maksimal.

2. Manajemen perawatan dan perbaikan pada pompa *ballast* yang belum maksimal.

Perawatan terhadap komponen-komponen pompa *ballast* untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan yang mengakibatkan pompa *ballast* tidak dapat bekerja dengan baik, sehingga kapal dapat beroperasi dengan baik. Pekerjaan perawatan komponen pada pompa *ballast* khususnya *ball bearing* sangatlah penting.

Upaya penanggulangan masalah manajemen perawatan dan perbaikan komponen poma *ballast* adalah membuat jadwal perawatan dan perbaikan sesuai dengan *plan maintenance system* dengan lengkap dan terperinci secara berkala, memberikan perintah agar seluruh kru wajib melaksanakan jadwal yang telah ditentukan agar jam kerja dari *ball bearing* lebih lama dan kinerja pompa *ballast* maksimal untuk menunjang kegiatan bongkar muat di kapal



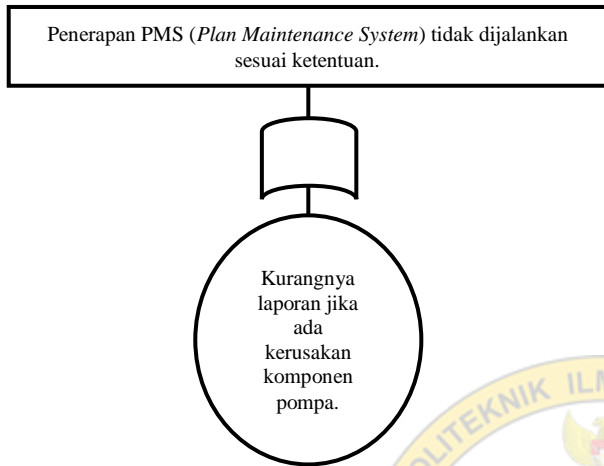
Bagan 2.4 Anak buah kapal yang menyepelekan pentingnya melakukan perawatan pada pompa *ballast*.

3. Anak buah kapal yang menyepelekan pentingnya melakukan perawatan pada pompa *ballast*.

Suatu kenyataan bahwa pompa *ballast* dalam menunjang operasional kapal sangat memerlukan perawatan dan perbaikan yang intensif dan terencana dengan baik. Namun pada kenyataannya apa yang ditemukan oleh penulis tidaklah demikian. Untuk itu perlu dilakukan perawatan terhadap komponen-

komponen pompa *ballast* untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan yang mengakibatkan pompa *ballast* tidak dapat bekerja dengan baik.

Maka dari itu kru kapal wajib mendapatkan pelatihan serta pengarahan kepada kru kapal, tentang pentingnya perawatan dan perbaikan secara berkala pada ball bearing pompa ballast, serta berikan pengawasan yang ketat saat melaksanakan perawatan berkala pada ball bearing di pompa ballast sesuai dengan plan maintenance system yang telah diterapkan di kapal untuk menunjang kegiatan bongkar muat.



Bagan 2.5 Kurangnya laporan jika ada kerusakan komponen pompa.

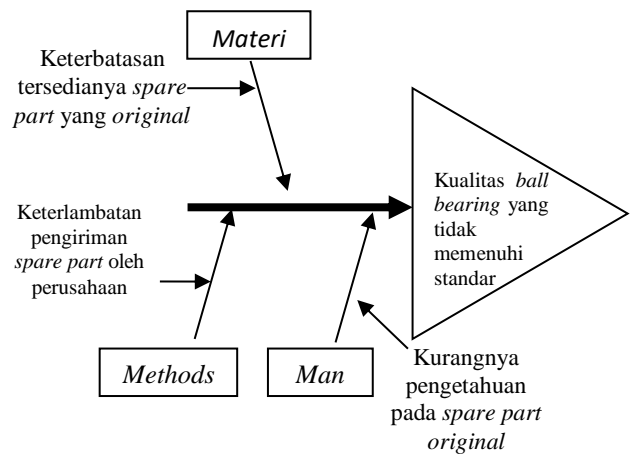
4. Kurangnya laporan jika ada kerusakan komponen pompa.

Pekerjaan perawatan komponen pada pompa *ballast* khususnya *ball bearing* sangatlah penting, agar berjalan dengan efektif memang harus dibuatkan jadwal dan setiap pekerjaan perawatan terhadap setiap komponen-komponen pompa harus dibuatkan laporan, sehingga bila terjadi kerusakan pada komponen pompa dapat segera ditangani dan dapat diketahui.

Upaya penanggulangan masalah tersebut adalah menekankan pada kru kapal, agar selalu melaporkan secara berkala akan komponen pada pompa ballast jika mengalami kerusakan, serta membuat laporan berkala tentang kondisi ball bearing di pompa ballast, agar dapat menunjang kinerja dari pompa bearing, karena jika terjadi kerusakan segera langsung dapat ditanggulangi.

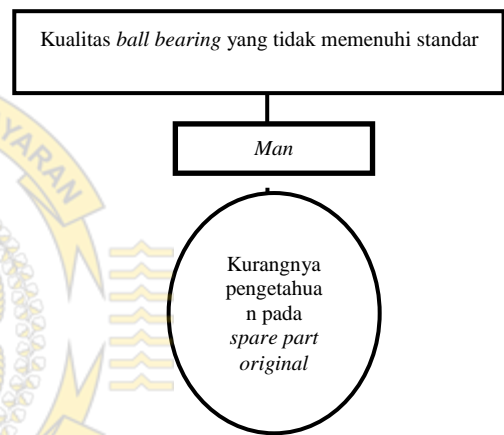
Penulis akan membahas salah satu faktor permasalahan dengan menggunakan metode *fishbone* diagram atau kerangka tulang ikan, dengan permasalahan berupa penaruh kerusakan *ball bearing* terhadap kinerja *pompa ballast* di MV. DK 02.

Berikut ini adalah analisa salah satu faktor permasalahan pengaruh kerusakan *ball bearing* terhadap kinerja pompa *ballast* di MV. DK 02, yaitu kualitas *ball bearing* yang tidak memenuhi standar, dengan menggunakan 3 variabel yaitu *machine*, *method*, *material*, dengan cara penyelesaian *brainstorming* sebagai berikut:



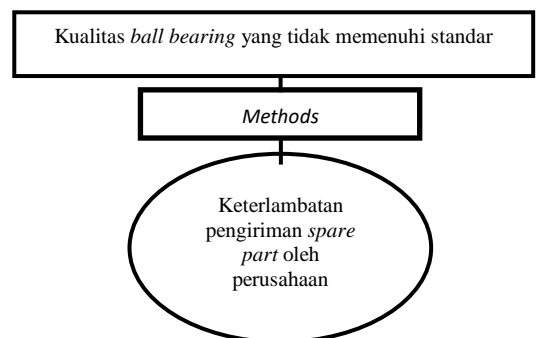
Bagan 2.6 *Ball bearing* terkontaminasi debu dan kotoran.

Dari diagram 2.6 dapat diketahui *top event* nya adalah kualitas *ball bearing* yang tidak memenuhi standar dengan *basic event* sebagai berikut:



Bagan 2.7 Kurangnya pengetahuan pada *spare part original*

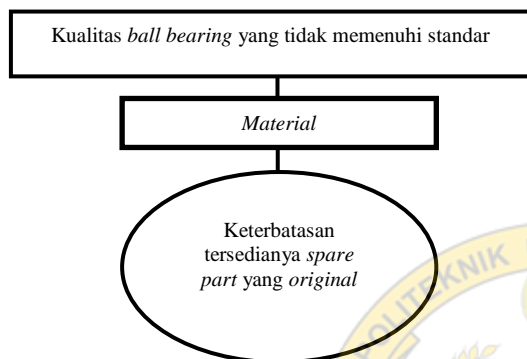
Ketika perusahaan mengirimkan *spare part* ke kapal, maka kru kapal harus sesegera mungkin mengecek keaslian dari *spare part* tersebut, jika kru kapal tidak paham akan perbedaan *spare part original* dan tidak, maka kru tidak akan tahu dengan *spare part* yang telah diterima. Jika *spare part* tersebut tidak *original*, maka komponen pompa *ballast* akan cepat rusak jika digunakan pada suhu tinggi, dikarenakan permukaan ball bearing yang tidak *original* akan mudah terkikis dan mengakibatkan terhambatnya proses bongkar muat, dikarenakan kinerja dari pompa *ballast* tidak maksimal.



Bagan 2.8 Keterlambatan pengiriman *spare part* oleh perusahaan

Pada dasarnya adanya *spare part* atau suku cadang di atas kapal sangatlah penting, semua mesin yang ada di kapal harus dipastikan memiliki *spare part* cadangan yang dapat digunakan sewaktu-waktu jika mesin mengalami masalah, dan dibutuhkan perbaikan serta penggantian *spare part* pada bagian mesin tersebut.

Dalam pengadaan *spare part*, terkadang perusahaan mengalami keterlambatan untuk mengirimkan *spare part* cadangan yang sangat dibutuhkan di kapal, juga pengiriman *spare part* yang cepat sangat dibutuhkan oleh kapal jika mengalami kondisi kerusakan, dan sesegera mungkin diganti *spare part* nya. Jika hal tersebut tidak dapat dipenuhi, maka memperbaiki komponen yang rusak adalah salah satu solusi untuk mengatasi kerusakan tersebut, akan tetapi kerusakan yang telah diperbaiki tidak dapat kembali seperti semula, bahkan bisa menjadi kerusakan yang lebih buruk.



Bagan 2.9 Keterbatasan tersedianya *spare part* yang *original*

Di Indonesia sering terjadi kesulitan penyediaan *spare part* di kapal, maka dari itu menurut pengalaman penulis yang praktek di Indonesia, mempunyai kecenderungan untuk memperbaiki suatu komponen yang rusak daripada memperbaikinya.

Sejatinya hal tersebut tidaklah salah dan dapat menghemat biaya yang dikeluarkan, akan tetapi hal tersebut dapat memicu terjadinya masalah yang sama di kemudian hari, dan tidak menutup kemungkinan akan mendapat masalah yang lebih besar, hal ini sering diakibatkan karena keterbatasan *spare part original* di kapal tersebut.

B. Pembahasan masalah

1. Faktor-faktor apa yang berpengaruh terhadap kerusakan *ball bearing* pada pompa *ballast*?

a. Penerapan PMS (*Plan Maintenance System*) tidak dijalankan sesuai ketentuan.

Perawatan di atas kapal guna menghindari terjadinya kerusakan pada seluruh permesinan sangatlah penting, untuk itu perlu manajemen perawatan dan perbaikan pada pompa air laut yang perlu TSAR (*timeregistering systematize vedlikehold arkivering reserverdeler*) yang berarti registrasi waktu, sistematika perencanaan, arsip dan suku cadang. Suatu kenyataan bahwa pompa *ballast* dalam menunjang operasional kapal sangat memerlukan perawatan dan perbaikan yang intensif dan terencana dengan baik.

Pekerjaan perawatan komponen pada pompa *ballast* khususnya *ball bearing* sangatlah penting, agar berjalan dengan efektif memang harus dibuatkan jadwal dan setiap pekerjaan perawatan terhadap setiap komponen pompa, dan harus

dibuatkan laporan sehingga bila terjadi kerusakan pada komponen pompa dapat segera ditangani dan dapat diketahui.

Sehingga kejadian seperti yang terjadi di atas kapal tidak terjadi, dan hal ini terbukti bahwa Masinis yang bertanggung jawab tidak mengetahui bahwa telah terjadi penurunan tekanan pompa yang diakibatkan kerusakan *ball bearing* pada pompa, dikarenakan hal ini bisa menyebabkan terjadinya penurunan tekanan pada pompa *ballast*.

b. Kualitas *ball bearing* yang tidak memenuhi standar.

Faktor selanjutnya yang dapat mempengaruhi kerusakan dari *ball bearing* adalah kualitas *ball bearing* yang tidak memenuhi standar, seringkali keterlambatan pengiriman *spare part* oleh perusahaan, kurangnya pengetahuan akan *spare part* yang *original*, serta keterbatasan *spare part* yang *original* di kapal yang mempengaruhi kurangnya perhatian untuk mengganti *spare part* yang *original*, dan cenderung memperbaiki kerusakan pada komponen tersebut.

c. Terdapat kontaminasi seperti debu dan kotoran pada *ball bearing*.

Faktor selanjutnya yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan terhadap *ball bearing* adalah terdapatnya kontaminasi seperti debu dan kotoran pada *ball bearing*, penyebab terdapatnya debu dan kotoran pada *ball bearing* salah satunya adalah keadaan kamar mesin yang tidak bersih dan jarang pemberian pelumasan terhadap *ball bearing*.

Selain itu jarang *crew* kamar mesin mengganti *filter fire damper* juga dapat mempengaruhi terjadinya debu dan kotoran lainnya menempel pada *ball bearing* karena udara yang di *supply* oleh *fire damper* banyak terkontaminasi oleh debu dan kotoran dari luar kamar mesin.

2. Apa dampak yang ditimbulkan bila *ball bearing* pada pompa *ballast* mengalami kerusakan?

a. Penerapan PMS (*Plan Maintenance System*) tidak dijalankan sesuai prosedur.

Dampak yang dapat ditimbulkan pada *ball bearing* akibat penerapan PMS (*Plant Maintenance System*) tidak dijalankan sesuai prosedur yaitu, dapat membuat kerja daripada pompa *ballast* tidak maksimal karena *ball bearing* tidak mendapatkan perawatan.

Karena dengan melakukan *plan maintenance system* yang sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dapat membuat jam kerja dari *ball bearing* lebih lama dan berdampak pada kerja pompa *ballast* yang maksimal.

b. Kualitas *ball bearing* yang tidak memenuhi standar.

Pemilihan jenis *ball bearing* yang memenuhi standar dapat mempengaruhi kerja daripada pompa *ballast* karena permukaan *ball bearing* yang tidak berkualitas tinggi sangat mudah terkikis dan sering dilakukan penggantian, menyebabkan kerja dari *ball bearing* itu sendiri tidak maksimal dan mengakibatkan penurunan tekanan pada pompa *ballast*.

- c. Terdapat kontaminasi seperti debu dan kotoran pada *ball bearing*.

Menempelnya debu dan kotoran pada *ball bearing* dapat mengakibatkan pompa *ballast* tidak dapat bekerja secara maksimal yaitu berkurangnya tekanan pada pompa tersebut, debu dan kotoran yang menempel pada *ball bearing* dapat menyebabkan *ball bearing* tidak dapat berputar secara fleksibel, akibat penumpukan kotoran tersebut.

3. Bagaimana upaya yang dilakukan terhadap *ball bearing* dari pengaruh kerusakan agar pompa *ballast* dapat bekerja dengan optimal?

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan penulis terdapat beberapa hal yang dapat menimbulkan masalah yang terjadi pada *ball bearing*, maka dibuat upaya untuk mengatasi masalah yang dapat dilakukan secara teknik, dalam ini *ball bearing* merupakan salah satu komponen yang sangat perlu mendapat perhatian yang cukup serius.

Permasalahan yang terjadi dan telah di sebutkan pada bab-bab sebelumnya harus segera diatasi agar dapat bekerja secara normal seperti apa yang diharapkan.

- a. Penerapan PMS (*Plant Maintenance System*) tidak dijalankan sesuai ketentuan.

Upaya yang dilakukan agar penerapan PMS (*Plant Maintenance System*) dapat dijalankan adalah, para masinis harus melakukan perawatan terhadap *ball bearing* dan komponen-komponen pompa *ballast* yang lain sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan untuk menunjang kerja dari pada pompa *ballast*.

- b. Kualitas *ball bearing* yang tidak memenuhi standar.

Dalam permasalahan kualitas *ball bearing* yang tidak memenuhi standar, masinis harus menggunakan *ball bearing* yang memiliki kualitas yang baik, agar kerja daripada pompa *ballast* sesuai dengan keinginan. Dan KKM harus meminta kepada pihak dari perusahaan mengirimkan *spare part original* agar kerja daripada pompa bisa lebih maksimal

- c. Terdapat kontaminasi seperti debu dan kotoran pada *ball bearing*.

Dalam permasalahan yang ditimbulkan oleh terkontaminasinya debu dan kotoran yang menempel pada *ball bearing*, upaya yang dilakukan agar meminimalkan terjadinya kontaminasi debu, dan kotoran pada *ball bearing* adalah seluruh *crew* kamar mesin wajib menjaga kebersihan dari kamar mesin, selain itu harus melakukan penggantian *filter fire damper* agar kotoran dan debu tidak mudah menempel pada *ball bearing*.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Dari analisa penyebab timbulnya permasalahan dalam penelitian ini penulis membuat suatu pemecahan masalah kemudian dibuat kesimpulan menjadi masukan dan manfaat bagi crew mesin kapal dan para masinis. Berdasarkan uraian yang dikemukakan pada bab sebelumnya maka dapat diambil hasil analisa dan pembahasan serta disimpulkan sebagai berikut:

1. Faktor penyebab rusaknya *ball bearing* pada pompa *ballast* di MV. DK 02 adalah :

Terdapat kontaminasi debu dan kotoran pada *ball bearing*, kualitas dari *ball bearing* yang tidak memenuhi standar, *human eror* karena Kinerja masinis kurang optimal dan kurang bertanggung jawab, Serta penerapan PMS (*Plant Maintenance System*) yang tidak dijalankan sesuai ketentuan merupakan salah satu dari penyebabnya rusaknya *mechanical seal*.

2. Dampak darirusaknya *ball bearing* terhadap pompa *ballast* adalah:

Dampak yang paling utama adalah terjadinya penurunan tekanan pada sa'at *discharge* dan salah satu bagian mengalami kebocoran sehingga mengakibatkan kamar pompa menjadi tergenang muatan serta proses *discharge* terhambat. Dan menyebabkan kerugian untuk perusahaan karena membuang waktu untuk melakukan perbaikan sedangkan kapal akan melanjutkan pelayaran lagi.

3. Upaya untuk mengatasi dari rusaknya *ball bearing* adalah:

Melakukan perbaikan dengan cara melakukan overhaul pada pompa *ballast* dan mengganti *bearing* yang telah mengalami kerusakan secepat mungkin. Dan menerapkan PMS (*Plan Maintenance System*) sesuai prosedur, serta melakukan kebersihan kamar pompa setelah melakukan proses *discharge*.

B. Saran

Dari semua pembahasan tersebut diatas maka penulis mengajukan saran dalam melaksanakan perbaikan dan perawatan terhadap pompa *ballast* untuk meminimalisir dari kerusakan *ball bearing* guna untuk menunjang kelancaran operasional kapal agar menjadi lebih baik antara lain:

1. Dari faktor kontaminasi debu dan kotoran pada *ball bearing* Sebaiknya Masinis melakukan pembersihan dan pemberian pelumasan agar tidak dapat terkontaminasi debu dan kotoran.
2. Dari faktor kualitas dari *ball bearing* yang tidak memenuhi standar sebaiknya masinis melakukan pengecekan pada sparepart yang akan digunakan dan perusahaan pelayaran menyediakan sparepart yang kualitasnya bagus.
3. Dari faktor *human eror* Kinerja masinis yang kurang optimal sebaiknya semua crew mesin meningkatkan Kinerja masinis yang optimal dan bertanggung jawab, agar dapat menciptakan suasana kerja yang kondusif dan berkualitas.
4. Dari faktor penerapan PMS (*Plant Maintenance System*) yang tidak dijalankan yang sesuai ketentuan, sebaiknya masinis merencanakan kegiatan PMS (*Plant Maintenance System*) sesuai ketentuan, dan dari kegiatan tersebut dapat membuat kinerja dari *ball bearing* secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ir.Sularso MSME., Prof. Dr. Haruo Tahara.2014.*Pompa Dan Kompresor*, PT. Pratnya Baramita. Jakarta
- [2]. Ir. L.W.P Bianchi, P.Bustraan. 2016. *Pompa*. PT.AKA. Jakarta
- [3]. Sularso, H. Tahara. 2011. *Pompadan Kompresor*.PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- [4]. Sularso, SugaKiyokatsu. 2013. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta
- [5]. Tim PIP Semarang. 2017. *Panduan penyusunan penelitian* Semarang.